

VU Research Portal

Meten van rompinclinatie op de werkplek met een inertiële sensor

Faber, G.S.; Kingma, I.; van Dieen, J.H.

published in

Tijdschrift voor Ergonomie
2010

document version

Publisher's PDF, also known as Version of record

[Link to publication in VU Research Portal](#)

citation for published version (APA)

Faber, G. S., Kingma, I., & van Dieen, J. H. (2010). Meten van rompinclinatie op de werkplek met een inertiële sensor. *Tijdschrift voor Ergonomie*, 35(1), 14-17.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal ?

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

E-mail address:

vuresearchportal.ub@vu.nl

Metten van rompinclinatie op de werkplek met een inertiële sensor

In de ergonomische praktijk wordt, door middel van interventies als tilinstructie en aanpassingen aan de werkplek, veel aandacht besteed aan het voorkomen van het frequent werken met een grote mate van rompinclinatie (hoek van de romp met de verticaal). Dit lijkt terecht, omdat romphouding een belangrijke determinant van rugbelasting is (Hoozemans et al., 2008). Omdat het niet evident is dat ergonomische interventies altijd het gewenste resultaat opleveren (Martimo et al., 2008; van der Molen et al., 2005), worden de effecten van deze interventies vaak achteraf geëvalueerd. Zo wordt ook soms rompinclinatie gemeten om te evalueren wat het effect van een ergonomische interventie is op de romphouding.

Gert S. Faber, Idsart Kingma en Jaap H. van Dieën

Informatie auteurs:

Alle auteurs zijn werkzaam bij het Onderzoeksinstituut MOVE aan de Faculteit der Bewegingswetenschappen van de Vrije Universiteit in Amsterdam.

Drs. Gert Faber is werkzaam als promovendus en wordt in zijn promotietraject begeleid door dr. Idsart Kingma en prof.dr. Jaap H. van Dieën. In het voorjaar van 2010 zal hij zijn proefschrift verdedigen. <http://www.move.vu.nl/members/gert-faber/>

Dr. Idsart Kingma is werkzaam als universitair hoofddocent in de onderzoeksgroep van prof.dr. Jaap van Dieën. <http://www.move.vu.nl/members/idsart-kingma/>

Prof.dr. Jaap van Dieën is werkzaam als hoogleraar biomechanica. In zijn onderzoeksgroep worden de mechanische aspecten van aandoeningen en letsels van het bewegingsapparaat bestudeerd vanuit een klinisch en preventief (ergonomisch) perspectief. <http://www.move.vu.nl/members/jaap-van-dieen/>

Correspondentieadres:

Idsart Kingma
Vrije Universiteit van Amsterdam
Van der Boechorststraat 9
1081 BT Amsterdam
+31 20 59 88492

Er zijn verschillende methoden om rompinclinatie op de werkplek te meten (David, 2005; Li & Buckle, 1999; Teschke et al., 2009; van der Beek & Frings-Dresen, 1998; Vieira & Kumar, 2004). Vaak worden observatiemethoden gebruikt om rompinclinatie op de werkplek te meten. Zo kan de houding bijvoorbeeld direct met pen en papier gescoord worden op de werkplek. Een groot nadeel van deze methode is dat ze erg arbeidsintensief is: een werknemer moet constant gevolgd worden tijdens zijn werk. Daarnaast is het moeilijk om op het oog de rompinclinatie met een hoge precisie te meten, met name wanneer het dynamische taken betreft en wanneer de observatie niet vanaf een positie loodrecht op het sagittale vlak van de persoon plaatsvindt (de Looze et al., 1994). Daarom wordt de romphouding vaak ingedeeld in grove categorieën. Bij de RULA-methode (McAtamney & Corlett, 1993) wordt de rompinclinatie bijvoorbeeld ingedeeld in vier categorieën: neutraal, 0-20°, 21-60° en >60°. Een bijkomend nadeel van directe observatie is dat de geobserveerde persoon mogelijk anders gaat werken doordat deze geobserveerd wordt (waarnemersbias). Als bijvoorbeeld het effect van een hulpmiddel wordt onderzocht dat is gericht op het verbeteren van de romphouding, zou

het kunnen dat de geobserveerde persoon tijdens de observatie (die meestal niet de hele dag duurt) het hulpmiddel wel gebruikt, maar op het moment dat de observatie stopt niet meer. Video-opnames in plaats van directe observatie met pen en papier zou het probleem van de lage meetnauwkeurigheid en de waarnemersbias (als een camera verdekt wordt opgesteld) kunnen oplossen. Echter, deze methode is nog steeds erg arbeidsintensief en een bijkomend nadeel is dat er getrainde mensen nodig zijn om de rompinclinatie met een grote precisie met behulp van een computerprogramma vanuit de videobeelden te extraheren.

Een alternatieve methode voor het meten van rompinclinatie die deze nadelen niet of in mindere mate heeft, maakt gebruik van een inclinatiesensor die op de romp wordt geplaatst. Rompinclinatie kan met deze methode gemakkelijk de hele werkdag worden gemeten zonder dat er iemand nodig is voor observatie. Hierdoor is de kans ook een stuk groter dat de personen waarbij de rompinclinatie wordt gemeten, zich natuurlijker zullen gedragen (kleinere waarnemersbias). Verder zal de meting veel nauwkeuriger zijn dan directe observatie. Een additioneel voordeel boven observatiemethoden is dat de houding makkelijk continu over de tijd gemeten kan worden.

Echter, een probleem bij meten van rompinclinatie met een inclinatiesensor is dat, omdat de romp geen rigide segment is, de grootte van de gemeten inclinatie afhankelijk is van de locatie waar de sensor op de romp wordt geplaatst: hoe hoger de sensor op de rug wordt geplaatst, hoe groter de gemeten inclinatie. De vraag is dus wat de optimale locatie is om een inclinatiesensor te plaatsen voor het meten van rompinclinatie. Om een antwoord te geven op deze vraag hebben we een onderzoek uitgevoerd op de Faculteit der Bewegingswetenschappen aan de Vrije Universiteit Amsterdam. Resultaten van dit onderzoek zijn dit jaar in een Engelstalig artikel gepubliceerd in het *Journal of Biomechanics* (Faber et al., 2009). In deze rubriek 'Signaal uit de praktijk', wat eigenlijk meer een 'Signaal naar de praktijk' is, zal dit onderzoek worden beschreven.

Het onderzoek

Inertiële sensor als inclinatiesensor

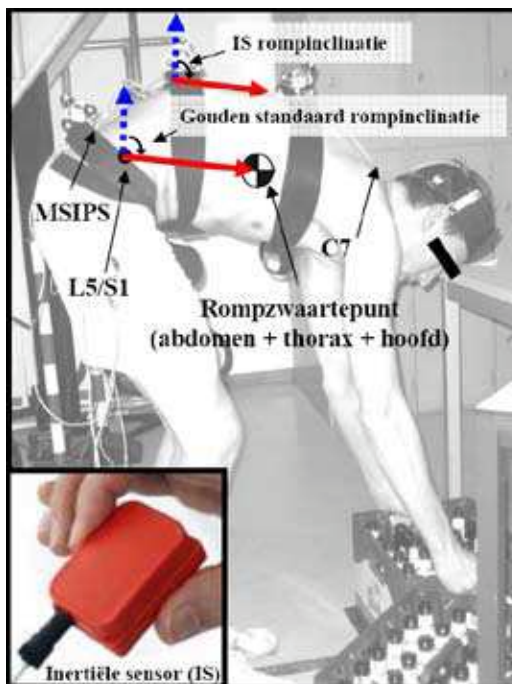
In het onderzoek is gebruikgemaakt van een inertiële sensor (IS) voor het meten van de rompinclinatie (Xsens Technologies, Enschede). De sensor kan inclinatie met een hoge precisie meten (meetfouten < 1° (Luinge & Veltink, 2005)).

Definitie van rompinclinatie

In verschillende onderzoeken wordt rompinclinatie op verschillende manieren gedefinieerd. Vaak wordt de hoek tussen de verticaal en de lijn van de heup naar de schouder gebruikt (Kumagai et al., 1995). Echter, wanneer rompinclinatie wordt gebruikt als maat voor rugbelasting, is het vanuit biomechanisch oogpunt logischer om rompinclinatie te definiëren als de hoek tussen de verticaal en de lijn van de lage rug (het L5/S1 gewricht) naar het rompzwaartepunt (Taloni et al., 2004). Daarom is er in dit onderzoek gebruikgemaakt van deze definitie van rompinclinatie (afbeelding 1).

Experimentele opzet

In dit experiment participeerden tien gezonde mannen (leeftijd: 30.0±5.5 jaar; gewicht: 76.4±4.5 kg, lengte: 181.6±6.8 cm). Omdat de optimale sensorlocatie mogelijk afhankelijk is van de mate van asymmetrie van de taak, voerden de proefpersonen een symmetrische tiltaak en een 45° asymmetrische tiltaak uit. In de tiltaken werd een krat van 8,5 kg van de grond getild en op een 75 cm hoge tafel gezet. Om een grote variatie in rompinclinatie te bewerkstelligen werden de proefpersonen geïnstrueerd om de tiltaken uit te voeren met zo gestrekt mogelijke knieën. Proefpersonen begonnen elke meting in een rechtopstaande referentiehouding waarna ze de twee tiltaken achter elkaar uitvoerden.



Afbeelding 1. Foto van de symmetrische tiltaak. In de foto is geïllustreerd hoe de IS rompinclinatie en de gouden standaard rompinclinatie zijn bepaald

Gouden standaard rompinclinatie

Zoals hiervoor genoemd werd hiervoor de hoek genomen tussen de verticaal en de lijn van het L5/S1 gewicht naar het rompzwartepunt. Omdat de romp geen rigide segment is, werd het totale rompzwartepunt berekend vanuit de deelzwartepunten van het abdomen, de thorax en het hoofd. Het pelvis-segment werd gemeten om de positie van het L5/S1 gewicht te kunnen volgen. Voor de registratie van deze vier segmenten werd een opto-elektronisch systeem gebruikt (Optotrak, Northern Digital, Waterloo ON, Canada). Dit systeem kan de positie van op het lichaam aangebrachte markers met een hoge precisie in 3D meten.

Inertiële sensor rompinclinatie

Voor het meten van de IS rompinclinatie werd een IS op de rug geplaatst op verschillende locaties tussen het midden van de linker en rechter spina iliaca posterior superior (MSIPS) en de processus spinosus van de zevende cervicale wervel (C7). Om de optimale sensorlocatie te vinden werd de experimentele trial (bestaande uit de rechtopstaande referentiehouding gevolgd door de twee tiltaken) herhaaldelijk uitgevoerd terwijl, tussen de trials, de IS in kleine stapjes werd verplaatst van 0% naar 50% van de afstand van de MSIPS tot C7. Omdat de inertiële sensor bij elke taak net iets anders op de romp was geplaatst, werd de inclinatie steeds berekend ten opzichte van de rechtopstaande referentiehouding aan het begin van elke experimentele trial.

Resultaten

Figuur 1 toont, voor de symmetrische tiltaak, de root-mean-square (RMS) fout in de door de IS gemeten rompinclinatie ten opzichte van de gouden standaard rompinclinatie, als functie van de locatie van de sensor op de rug. Gemiddeld over proefpersonen (gemiddelde curve) resulteerde een sensorlocatie rond de 25% van de afstand van de MSIPS tot C7 in de kleinste fout in de gemeten rompinclinatie (gemiddelde fout < 5°). Voor de asymmetrische tiltaak was de optimale sensorlocatie gelijk aan die van de symmetrische tilktaak.

Conclusie van het onderzoek

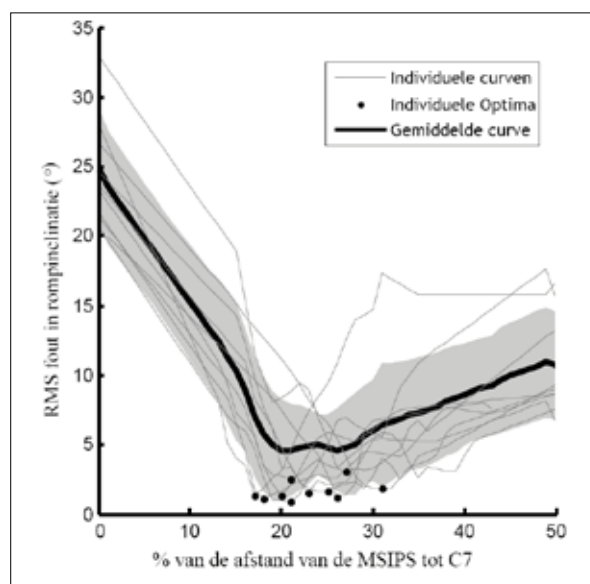
Dit onderzoek laat zien dat als men rompinclinatie wil schatten met behulp van een inclinatie sensor op de rug, deze geplaatst moet worden op 25% van de afstand van de MSIPS tot C7. Een limitatie van dit onderzoek is dat de optimale locatie is bepaald voor gezonde jonge mannen. De optimale locatie zou anders kunnen zijn bij andere groepen uit de popu-

latie, zoals vrouwen. Hiervoor is vervolgonderzoek wenselijk.

Wat kan de ergonoom met de uitkomsten van dit onderzoek?

Dit onderzoek geeft een richtlijn voor de plaatsing van een inclinatiesensor ten behoeve van het meten van rompinclinatie op de werkplek. Ergonomen zouden deze rompinclatiemeting kunnen gebruiken om, op een objectieve en nauwkeurige manier, een werksituatie te beoordelen of het effect van een ergonomische interventie te evalueren. Het grote voordeel van een inclinatiesensor is dat de meting volautomatisch gaat, waardoor er geen mensen nodig zijn voor het observeren van het werk en de data na de meting direct beschikbaar is.

Het is echter de vraag of de meetmethode makkelijk in de praktijk toepasbaar is. Met de inertiële sensor die in dit onderzoek gebruikt is, moet de data nog via een draadloze verbinding naar een laptop worden gestuurd. Dit beperkt de toepasbaarheid van deze inclinatiesensor op werkplekken waar mensen geen vaste werkplek hebben (zoals in de bouw of in het ziekenhuis). Recentelijk zijn er inclinatiesensoren op de markt gekomen die dit probleem niet meer hebben, doordat deze de mogelijkheid bieden data op te staan op geheugen op de sensor zelf (bijvoor-



Figuur 1. RMS fouten in de door de IS gemeten rompinclinatie ten opzichte van de gouden standaard rompinclinatie, als functie van de locatie van de sensor op de rug. Curven zijn berekend voor alle proefpersoon apart (individuele curven) en er is een gemiddelde curve over proefpersonen bepaald (gemiddelde curve). Het grijze gebied om de curve geeft de standaarddeviatie van de data aan.

beeld McRoberts, moving technology, Den Haag & Microstrain, Microminiature sensors, Williston, USA). Wat dat betreft lijkt het er dus op dat deze sensoren gemakkelijk kunnen worden toegepast in de ergonomische praktijk. Een nadeel is echter wel dat de sensoren tot op heden nog redelijk prijzig zijn (rond de 1000 euro). Echter, wanneer de rompinclinatiemeting vaker wordt toegepast, zijn deze kosten in vergelijking met de kosten die anders worden gespendeerd aan metingen van rompinclinatie met een inclinatiesensor een waardevolle tool kan zijn voor de ergonomische praktijk.

Referenties

- David, G.C. (2005). Ergonomic methods for assessing exposure to risk factors for work-related musculoskeletal disorders. *Occupational Medicine*, 55(3), 190-199.
- De Looze, M.P., Toussaint, H.M., Ensink, J., Mangnus, C. & van der Beek, A.J. (1994). The Validity of Visual Observation to Assess Posture in a Laboratory-Simulated, Manual Material Handling Task. *Ergonomics*, 37(8), 1335-1343.
- Faber, G.S., Kingma, I., Bruijn, S.M. & van Dieën, J.H. (2009). Optimal inertial sensor location for ambulatory measurement of trunk inclination. *Journal of Biomechanics*, 42(14), 2406-2409.
- Hoozemans, M.J.M., Kingma, I., de Vries, W.H.K. & van Dieën, J.H. (2008). Effect of lifting height and load mass on low back loading. *Ergonomics*, 51(7), 1053-1063.

- Kumagai, S., Tabuchi, T., Tainaka, H., Miyajima, K., Matsunaga, I., Kosaka, H., Andoh, K., Seo, A. (1995). Load on the low back of teachers in nursery schools. *International Archives of Occupational and Environmental Health*, 68(1), 52-57.
- Li, G.Y., Buckle, P. (1999). Current techniques for assessing physical exposure to work-related musculoskeletal risks, with emphasis on posture-based methods. *Ergonomics*, 42(5), 674-695.
- Luinge, H.J., Veltink, P.H. (2005). Measuring orientation of human body segments using miniature gyroscopes and accelerometers. *Medical & Biological Engineering & Computing*, 43(2), 273-282.
- Martimo, K.P., Verbeek, J., Karppinen, J., Furlan, A.D., Takala, E.P., Kuijter, P.P.F.M., Jauhiainen, M., Viikari-Juntura, E. (2008). Effect of training and lifting equipment for preventing back pain in lifting and handling: systematic review. *British Medical Journal*, 336(7641), 429-431.
- Mcatamney, L., Corlett, E.N. (1993). RULA - a Survey Method for the Investigation of Work-Related Upper Limb Disorders. *Applied Ergonomics*, 24(2), 91-99.
- Taloni, S., Cassavia, G.C., Ciavaro, G.L., Andreoni, G., Santambrogio, G.C., Pedotti, A. (2004). An index for back pain risk assessment in nursery activities. *Occupational Ergonomics*, 4(4), 281-290.
- Teschke, K., Trask, C., Johnson, P., Chow, Y., Village, J., Koehoorn, M. (2009). Measuring posture for epidemiology: comparing inclinometry, observations and self-reports. *Ergonomics*, 52(9), 1067-1078.
- Van der Beek, A.J., Frings-Dresen, M.H. (1998). Assessment of mechanical exposure in ergonomic epidemiology. *Occupational and Environmental Medicine*, 55(5), 291-299.
- Van der Molen, H.F., Sluiter, J.K., Hulshof, C.T.J., Vink, P., Frings-Dresen, M.H.W. (2005). Effectiveness of measures and implementation strategies in reducing physical work demands due to manual handling at work. *Scandinavian Journal of Work Environment & Health*, 31, 75-87.
- Vieira, E.R., Kumar, S. (2004). Working postures: A literature review. *Journal of Occupational Rehabilitation*, 14(2), 143-159.

Freestyle™ ergonomisch toetsenbord

De nieuwe ergonomische norm

Freestyle™



Freestyle Solo: Comfort.



Freestyle VIP: Keuze



Freestyle Incline: Stijl

Het nieuwe **Freestyle ergonomisch toetsenbord** is een doorbraak op ergonomisch gebied. Comfort, keuzevrijheid en ergonomie gaan nu samen. Het Freestyle toetsenbord is ontwikkeld in samenwerking met ergonomen en bewegingswetenschappers en wordt nu al de nieuwe norm in ergonomisch werken genoemd.

Tijdens het 'Word Congres on Ergonomics 2006' is dit toetsenbord positief beoordeeld door wetenschappers uit de hele wereld. Het won de eerste prijs op het jaarlijkse NECE Congres in de VS. Het Freestyle toetsenbord kenmerkt zich doordat het via eenvoudige mechanismen is te gebruiken in vele, vaak persoonlijke posities. De Freestyle Solo is in breedte instelbaar op de persoonlijke breedte van de gebruiker, van 390 – 520 mm. De Incline en VIP versies zijn in hoogte en breedte instelbaar. Neem voor een demonstratie of voor meer informatie contact op met:

BACKshop
healthy computing

Backshop Healthy Computing bv
Telefoon 010 - 470 26 11
Fax 010 - 471 67 75
www.backshop.nl
info@backshop.nl

Showroom:
's Gravelandseweg 248
3125 BK Schiedam
Postbus 4021
3102 GA Schiedam